

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-097933

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl.

G01B 17/00

(21)Application number : 2001-292168

(71)Applicant : NIRECO CORP

(22)Date of filing : 25.09.2001

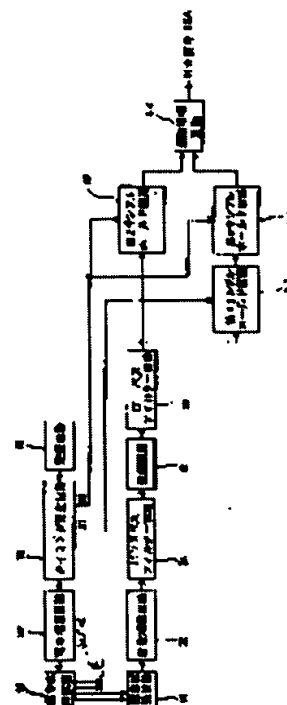
(72)Inventor : ARAI HIROAKI  
JINNO EIICHI

## (54) ULTRASONIC DETECTOR FOR DETECTING EDGE POSITION OF WEB

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an ultrasonic detector capable of accurately detecting the edge position of a web without being affected by reverberant vibration or reflected wave even if temperature variation has changed the propagation time of an acoustic wave from an ultrasonic transmitter to an ultrasonic receiver.

**SOLUTION:** In the ultrasonic detector, an ultrasonic wave is intermittently transmitted from the ultrasonic transmitter 12 to the ultrasonic receiver 14, an output signal from the ultrasonic receiver 14 is rectified by a rectification circuit 26 and then smoothed by a low pass filter circuit 28. After that, the smoothed signal is sampled by a second sample hold circuit 32 and a third sample hold circuit 34 at two separate timepoints, the difference of which is defined as a detection signal 36A. Based on this detection signal 36A, the edge position of the web 40 is calculated.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号  
特開2003-97933  
(P2003-97933A)

(43) 公開日 平成15年4月3日(2003.4.3)

(51) IntCl<sup>7</sup>  
G 0 1 B 17/00

識別記号

F I  
G 0 1 B 17/00

キーワード(参考)

B 2 F 0 6 8

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-292168(P2001-292168)

(22) 出願日 平成13年9月25日(2001.9.25)

(71) 出願人 000135254

株式会社ニレコ

東京都八王子市石川町2951番地4

(72) 発明者 荒井 寛明

東京都八王子市石川町2951番地4 株式会  
社ニレコ内

(72) 発明者 神農 永一

東京都八王子市石川町2951番地4 株式会  
社ニレコ内

(74) 代理人 100096105

弁理士 天野 広

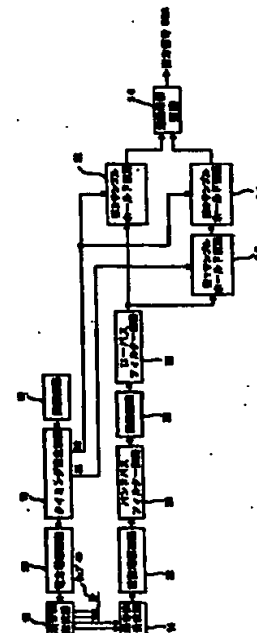
Fターム(参考) 2F068 AA02 AA13 AA28 DD09 FF03  
FF11 KK15 QQ12 QQ21 QQ41

(54) 【発明の名称】 ウェブの端面位置を検出する超音波検出装置

(57) 【要約】

【課題】 ウェブの端面位置を検出する超音波検出装置において、温度変化によって超音波送波器から超音波受波器までの音波の伝搬時間が変わった場合であっても、残響振動や反射波の影響を受けることなく、ウェブの端面位置を正確に検出することができる超音波検出装置を提供する。

【解決手段】 超音波送波器12から超音波受波器14に対して断続的に超音波を送波し、超音波受波器14からの出力信号を整流回路26により整流し、さらに、ローパスフィルター回路28により平滑化する。その後、第2サンプルホールド回路32及び第3サンプルホールド回路34により、平滑化した信号を異なる2つの時点においてサンプリングし、その差を検出信号36Aとする。この検出信号36Aに基づいて、ウェブ40の端面位置を算定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波のパルス列を所定の間隔で断続的に送波する超音波送波器と、前記超音波送波器に対向して配置され、前記パルス列を受波し、受波したパルス列を電気信号に変換する超音波受波器と、を備える超音波検出装置であって、

前記超音波送波器と前記超音波受波器との間において搬送されるウェブの端面位置を検出する超音波検出装置において、

前記電気信号を整流する整流回路と、

前記整流回路の出力を平滑化するローパスフィルター回路と、

前記ローパスフィルター回路の出力を所定の第1の時点においてサンプリングする第1サンプルホールド回路と、

前記ローパスフィルター回路の出力を前記第1の時点よりも後の所定の第2の時点においてサンプリングする第2サンプルホールド回路と、

前記第1サンプルホールド回路の出力を前記第2の時点においてサンプリングする第3サンプルホールド回路と、

前記第2サンプルホールド回路の出力と前記第3サンプルホールド回路の出力とを減算する差動増幅回路と、を備える超音波検出装置。

【請求項2】 前記第1の時点及び前記第2の時点は、平滑化された前記電気信号が直線的に増加している区間内において選択されるものであることを特徴とする請求項1に記載の超音波検出装置。

【請求項3】 超音波送波器と超音波受波器との間において搬送されるウェブによって遮断される前記超音波送波器からの超音波を前記超音波受波器により検出することにより、前記ウェブの端面を検出する方法において、前記超音波受波器が受波した超音波を電気信号に変換し、その電気信号を整流する第1の過程と、整流された電気信号を平滑化する第2の過程と、平滑化された電気信号を所定の第1の時点において第1サンプルホールド回路によりサンプリングする第3の過程と、

前記平滑化された電気信号を前記第1の時点よりも後の所定の第2の時点において第2サンプルホールド回路によりサンプリングする第4の過程と、

前記第1サンプルホールド回路の出力を前記第2の時点において第3サンプルホールド回路によりサンプリングする第5の過程と、

前記第2サンプルホールド回路の出力と前記第3サンプルホールド回路の出力とを減算する第6の過程と、を備えるウェブ端面位置検出方法。

【請求項4】 前記第1の時点及び前記第2の時点は、前記平滑化された電気信号が直線的に増加している区間内において選択されるものであることを特徴とする請求

項3に記載のウェブ端面位置検出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波送波器と超音波受波器との間にウェブを搬送させ、超音波送波器から送波された超音波がウェブにより遮断されたことを超音波受波器が検出することにより、ウェブの端面位置またはウェブの厚みなどを検出する超音波検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】超音波送波器と超音波受波器とを用いてウェブの端面位置を検出する場合、超音波受波器が不要な反射波の影響を受けることを防止するために、一般的に、超音波送波器から超音波を断続的に送波し、送波を休止する期間を反射波が減衰する期間よりも長くなるように設定している。

【0003】例えば、特許第2856066号公報や特許第2924641号公報に記載されている超音波検出装置においては、超音波受波器から出力される信号のピーク値を検出し、このピーク値に基づいて、ウェブの端面位置を検出している。

【0004】また、特公平6-105172号公報に記載されている超音波検出装置においては、超音波送波器から送波され、迂回して超音波受波器に到達する反射信号による影響を除去するために、超音波受波器から出力される出力信号の最初の3つから5つまでの周期のみを検出期間に設定し、この検出期間内における出力信号のピーク値を求め、このピーク値に基づいて、ウェブの端面位置を検出している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】一般に、超音波送波器においては、駆動パルス電圧印加後に駆動パルスを停止しても残響振動が残る。残響振動の少ない超音波送波器を使用した場合には、残響振動や不要な反射波による超音波受波器からの出力信号の振幅は直接波による振幅よりも小さい。このため、残響振動の少ない超音波送波器を使用した場合には、超音波受波器からの出力信号のピーク値に基づいて、ウェブの端面位置を検出することができる。

【0006】これに対して、残響振動の大きい超音波送波器を使用した場合には、超音波受波器からの出力信号の振幅は、超音波送波器に駆動パルス電圧を印加している間に送波した超音波を受波した場合よりも、駆動パルス電圧の印加を停止した後の残響振動による送波を受波した時の方が大きくなることもある。

【0007】この場合、残響振動により送波された音波は不安定であり、反射波の影響を受けやすいため、駆動パルスを印加している間に送波した音波のみをサンプリングすることが必要となる。

【0008】図4は、ある温度Tにおける超音波受波器

10

20

30

40

50

の出力信号の伝搬時間と、温度Tよりも高い温度における超音波受波器の出力信号の伝搬時間と、温度Tよりも低い温度における超音波受波器の出力信号の伝搬時間との相互関係を示す信号波形図である。

【0009】図4に示すように、温度が高くなると、出力信号の伝搬時間は早くなり、温度が低くなると、出力信号の伝搬時間は遅くなる。すなわち、空気中の音波伝搬速度は温度によって変化する。

【0010】このため、前述の特公平6-105172号公報に記載されている音波検出装置のように、音波を送波してから一定期間経過後の領域内のピーク値を求める場合、温度が大きく変化すると、音波の伝搬時間が変化し、超音波受波器からの信号は限定された領域（ゲート信号が印加されている期間）に対して前後に移動してしまうため、本来検出すべき波形 $Vt0$ とは異なる波形 $Vt1$ または $Vt2$ をピーク値として検出してしまうこととなる。

【0011】この点、米国特許第5126946号は、サーミスタを使用し、温度に応じて、サンプリングする領域を変化させている。

【0012】しかしながら、この方法は、温度が徐々に変化する場合には応用することができるが、温度変化のある空気対流のように急速な温度変化が生じる場合や、温度分布が不均一な場合には、応用することができない。

【0013】本発明は、以上のような従来の音波検出装置における問題点に鑑みてなされたものであり、温度変化によって超音波送波器から超音波受波器までの音波の伝搬時間が変わった場合であっても、残響振動や反射波の影響を受けることなく、超音波の送受波を行い、ウェブの端面位置を正確に検出することができる超音波検出装置及びウェブ端面位置検出方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明は、超音波のパルス列を所定の間隔で断続的に送波する超音波送波器と、超音波送波器に対向して配置され、パルス列を受波し、受波したパルス列を電気信号に変換する超音波受波器と、を備える超音波検出装置であって、超音波送波器と超音波受波器との間において搬送されるウェブの端面位置を検出する超音波検出装置において、電気信号を整流する整流回路と、整流回路の出力を平滑化するローパスフィルター回路と、ローパスフィルター回路の出力を所定の第1の時点においてサンプリングする第1サンプルホールド回路と、ローパスフィルター回路の出力を第1の時点よりも後の所定の第2の時点においてサンプリングする第2サンプルホールド回路と、第1サンプルホールド回路の出力を第2の時点においてサンプリングする第3サンプルホールド回路と、第2サンプルホールド回路の出力と第3サンプルホ

ールド回路の出力とを減算する差動増幅回路と、を備える超音波検出装置を提供する。

【0015】本超音波検出装置においては、超音波受波器は超音波送波器からの超音波のパルス列を受波すると、受波した超音波を電気信号に変換し、さらに、整流回路はその電気信号を整流する。整流された電気信号はローパスフィルター回路により平滑化される。第1サンプルホールド回路はローパスフィルター回路の出力を第1の時点においてサンプリングし、第2サンプルホールド回路はローパスフィルター回路の出力を第1の時点よりも後の第2の時点においてサンプリングし、第3サンプルホールド回路は第1サンプルホールド回路の出力を第2の時点においてサンプリングする。差動増幅回路は第2サンプルホールド回路と第3サンプルホールド回路の両出力の減算値を計算する。

【0016】超音波受波器からの出力信号の振幅は、超音波送波器に印可した駆動パルスによって直接駆動された音波を受波している期間内においては、ほぼ比例的に増加する。この超音波受波器からの出力信号を整流し、さらに、ローパスフィルター回路で平滑化した信号は直線的に増加することを本発明者は実験的に見出した。従って、この平滑化した信号を直線的に増加している範囲内において2点でサンプリングし、この2点間のレベル差を求めることにより、温度変化により超音波送波器から超音波受波器までの音波の到達時間が変化しても、残響振動や反射波の影響を受けることなく、ウェブの端面位置を正確に検出することが可能になる。

【0017】なお、サンプリングする2点は、予想される温度範囲内における温度変化により、音波が受波器に到達するまでの伝搬時間が変化したとしても、信号が直線的に増加している区間内、すなわち、駆動パルスにより直接駆動された音波を受波している区間内になるように予め設定しておく。

【0018】さらに、本発明は、超音波送波器と超音波受波器との間において搬送されるウェブによって遮断される超音波送波器からの超音波を超音波受波器により検出することにより、ウェブの端面を検出する方法において、超音波受波器が受波した超音波を電気信号に変換し、その電気信号を整流する第1の過程と、整流された電気信号を平滑化する第2の過程と、平滑化された電気信号を所定の第1の時点において第1サンプルホールド回路によりサンプリングする第3の過程と、平滑化された電気信号を第1の時点よりも後の所定の第2の時点において第2サンプルホールド回路によりサンプリングする第4の過程と、第1サンプルホールド回路の出力を第2の時点において第3サンプルホールド回路によりサンプリングする第5の過程と、第2サンプルホールド回路の出力と第3サンプルホールド回路の出力とを減算する第6の過程と、を備えるウェブ端面位置検出方法を提供する。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の1実施形態に係る超音波検出装置10の構造を示すブロック図である。

【0020】本実施形態に係る超音波検出装置10は、超音波送波器12と、超音波受波器14と、発振回路16と、タイミング発生回路18と、電力増幅回路20と、前段増幅回路22と、バンドパスフィルター回路24と、整流回路26と、ローパスフィルター回路28と、第1サンプルホールド回路30と、第2サンプルホールド回路32と、第3サンプルホールド回路34と、差動増幅回路36と、を備えている。

【0021】タイミング発生回路18は、断続的な音波のパルス列18Aが周期的に繰り返される信号T、サンプルタイミング信号S1及びサンプルタイミング信号S2を生成する。信号T、サンプルタイミング信号S1及びサンプルタイミング信号S2の信号波形を図2に示す。図2に示すように、信号Tにおけるパルス列18Aは送波持続時間T1を有しており、隣接するパルス列18A間の間隔は、超音波受波器14からの出力信号が十分に減衰する期間になるように、タイミング発生回路18により定められる。

【0022】タイミング発生回路18は、発振回路16から送信される基準信号に従って、信号T、サンプルタイミング信号S1及びS2を発振する。

【0023】タイミング発生回路18が発振した信号Tは電力増幅回路20に送られ、電力増幅回路20により増幅された後、超音波送波器12に送られる。超音波送波器12は、電力増幅回路20から送られてきた信号Tに従って、超音波のパルス列を生成し、生成した超音波のパルス列を超音波受波器14に向けて送波する。

【0024】超音波受波器14は超音波送波器12に対向して配置されており、超音波送波器12と超音波受波器14との間にはウェブ40が連続的に搬送されている。

【0025】超音波送波器12から送波された超音波はウェブ40により一部が遮断され、遮断されなかった超音波が超音波受波器14に到達し、超音波受波器14により電気信号に変換される。

【0026】超音波受波器14により変換された電気信号は前段増幅回路22により増幅された後、バンドパスフィルター回路24によりフィルタリングされる。バンドパスフィルター回路24からの出力信号は整流回路26により整流され、ローパスフィルター回路28に送られ、ローパスフィルター回路28により平滑化される。

【0027】ローパスフィルター回路28により平滑化された電気信号は第1サンプルホールド回路30及び第2サンプルホールド回路32に送られる。第1サンプルホールド回路30の出力は第3サンプルホールド回路34に送られる。

【0028】タイミング発生回路18が生成したサンプ

ルタイミング信号S1は第1サンプルホールド回路30に送られ、第1サンプルホールド回路30はサンプルタイミング信号S1を受信したときに、ローパスフィルター回路28からの出力信号をサンプリングする。

【0029】同様に、タイミング発生回路18が生成したサンプルタイミング信号S2は第2サンプルホールド回路32及び第3サンプルホールド回路34に送られる。第2サンプルホールド回路32はサンプルタイミング信号S2を受信したときに、ローパスフィルター回路28からの出力信号をサンプリングする。第3サンプルホールド回路34はサンプルタイミング信号S2を受信したときに、第1サンプルホールド回路30からの出力信号をサンプリングする。

【0030】第2サンプルホールド回路32からの出力信号と第3サンプルホールド回路34からの出力信号は差動増幅回路36に送られ、差動増幅回路36は双方の出力信号を減算し、その結果を示す出力信号36Aを発信する。

【0031】図2は、タイミング発生回路18が超音波送波器12に発信する駆動パルス列18Aを含む信号T、サンプルタイミング信号S1、サンプルタイミング信号S2、超音波受波器14の出力信号14A、ローパスフィルター回路28の出力信号28A、第1サンプルホールド回路30の出力信号30A、第2サンプルホールド回路32の出力信号32A、第3サンプルホールド回路34の出力信号34A、差動増幅回路36の出力信号36Aの信号波形を示す波形図である。

【0032】以下、図2を参照して、本実施形態に係る超音波検出器10の動作を説明する。

【0033】図2に示すように、時刻X1において、T1時間の長さを有する駆動パルス列18Aが超音波送波器12に印加されると、超音波送波器12は超音波を超音波受波器14に送波する。超音波受波器14が超音波送波器12からの超音波を受波した後、時刻X1から時間T2 ( $T2 > T1$ ) 経過した時点において、超音波受波器14からの出力信号14Aの振幅は徐々に増加し始める。

【0034】超音波送波器12に印加した駆動パルス列18Aによって直接駆動された超音波を受波した後においても、すなわち、超音波が超音波受波器14に到達してから周期T1が経過した後においても、超音波受波器14からの出力信号14Aの振幅は増加し続け、ピーク値に達した後、減衰を始める。

【0035】超音波受波器14からの出力信号14Aの振幅が周期T1経過後においても増加を続けるのは、超音波送波器12の残響振動や反射波によるものである。

【0036】周期T1の区間における超音波受波器14からの出力信号14Aの振幅は安定している。すなわち、出力信号14Aを整流回路26により整流し、さらに、ローパスフィルター回路28で平滑化すると、ロー

バスフィルタ回路28からの出力信号28Aの波形に示されるように、周期T1の区間においては、出力信号14Aの振幅は直線的に増加する。これは、本発明者が実験により初めて見出した事実である。

【0037】超音波送波器12に駆動パルスを印加してから一定期間経過後、超音波受波器14に超音波が到達してからT1の区間内において、タイミング発生回路18からサンプルタイミング信号S1とサンプルタイミング信号S2とが発せられる。

【0038】なお、温度変化に伴って超音波の伝搬時間T2が変化したとしても、使用する温度範囲においては、T1の区間からサンプルタイミング信号S1及びS2が外れることがないように、サンプルタイミング信号S1及びS2の発生時点が予め設定される。

【0039】第1サンプルホールド回路30は、タイミング発生回路18からサンプルタイミング信号S1を受信した時点において、ローパスフィルタ回路28からの出力信号28Aをサンプリングする。

【0040】同様に、第2サンプルホールド回路32は、タイミング発生回路18からサンプルタイミング信号S2を受信した時点において、ローパスフィルタ回路28からの出力信号28Aをサンプリングする。

【0041】第3サンプルホールド回路30は、タイミング発生回路18からサンプルタイミング信号S2を受信した時点において、第1サンプルホールド回路30からの出力信号30Aをサンプリングし、サンプルタイミング信号S1に従ってサンプリングした出力信号30Aとサンプルタイミング信号S2に従ってサンプリングした出力信号32Aのタイミングを一致させる。

【0042】第2サンプルホールド回路32からの出力信号32Aと第3サンプルホールド回路34からの出力信号34Aとは差動増幅回路36に送られ、差動増幅回路36において双方の出力信号32A及び34Aが減算される。これにより、サンプルタイミング信号S1及びS2の受信時点においてサンプリングしたローパスフィルタ回路28の出力信号28Aのレベル差が求められる。すなわち、ローパスフィルタ回路28が平滑化した信号の直線部分の傾きが求められる。

【0043】図3は、温度変化により超音波の伝搬時間が変化した場合におけるローパスフィルタ回路28の出力信号28Aの変化を示す波形図である。

【0044】図3に示すように、温度変化により超音波の伝搬時間が変化したため、ローパスフィルタ回路28の出力信号28Aの波形が実線で示す波形28Bから破線で示す波形28Cに変化した場合を想定する。

【0045】上述したように、本実施形態に係る超音波検出装置10においては、サンプルタイミング信号S1とS2との間における出力信号28Aのレベル差が求められる。温度変化がなく超音波の伝搬時間も変化しない場合には、サンプルタイミング信号S1とS2との間に

おける出力信号28Aのレベル差としてVが求められる。仮に、温度変化により超音波の伝搬時間が変化したため、ローパスフィルタ回路28の出力信号28Aの波形が波形28Cに変化した場合には、サンプルタイミング信号S1とS2との間における出力信号28Aのレベル差としてV'が求められる。

【0046】波形28Bと波形28Cとは相似であるため、双方の傾きは同一である。従って、波形28B上において測定された出力信号28Aのレベル差Vと波形28C上において測定された出力信号28Aのレベル差V'とは等しい( $V=V'$ )。

【0047】このため、本実施形態に係る超音波検出装置10によれば、サンプルタイミング信号S1とS2との間における出力信号28Aのレベル差を求めるため、温度変化に伴って超音波の伝搬時間が変化したとしても、正確なレベル差Vを求めることができ、かつ、駆動パルス列18Aで直接駆動された超音波のレベルのみを検出することができる。

【0048】この結果、温度変化によって超音波送波器12から超音波受波器14までの音波の伝搬時間が変わった場合であっても、残響振動や反射波の影響を受けることなく、ウェブ40の端面位置を正確に検出することが可能になる。

【0049】なお、上述の実施形態に係る超音波検出装置10においては、ウェブ40の端面位置を求めるものとしたが、ウェブ40の厚さを求めるものとすることも可能である。

【0050】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る超音波検出装置またはウェブ端面検出方法によれば、超音波送波器から断続的に送波された超音波を受波した超音波受波器からの出力信号を整流し、かつ、平滑化し、駆動パルスにより直接駆動された超音波のみを所定の2点でサンプリングし、そのレベル差を求める。このため、温度変化に伴って超音波の伝搬時間が変化したとしても、駆動パルスで直接駆動された超音波のレベルのみを検出することができる。この結果、温度変化によって超音波送波器から超音波受波器までの音波の伝搬時間が変わった場合であっても、残響振動や反射波の影響を受けることなく、ウェブの端面位置を正確に検出することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る超音波検出装置の構造を示すブロック図である。

【図2】図1に示した超音波検出装置を構成する各回路における信号の波形図である。

【図3】温度変化により超音波の伝搬時間が変化した場合におけるローパスフィルタ回路の出力信号の変化を示す波形図である。

【図4】従来の超音波検出装置における温度変化と超音

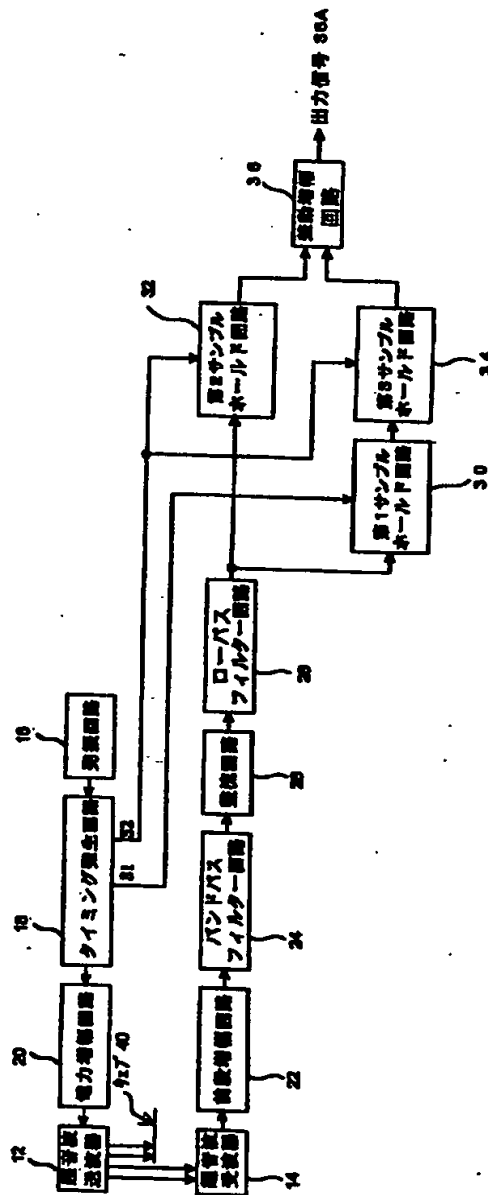
波の伝搬時間との関係を示す信号波形図である。

【符号の説明】

- 10 本発明の一実施形態に係る超音波検出装置
- 12 超音波送波器
- 14 超音波受波器
- 16 発振回路
- 18 タイミング発生回路
- 20 電力増幅回路

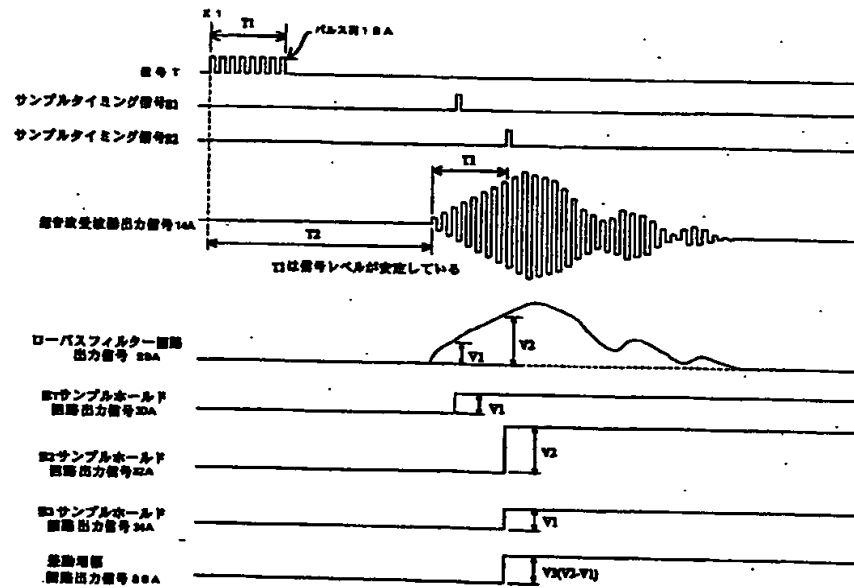
- 22 前段増幅回路
- 24 バンドパスフィルター回路
- 26 整流回路
- 28 ローパスフィルター回路
- 30 第1サンプルホールド回路
- 32 第2サンプルホールド回路
- 34 第3サンプルホールド回路
- 36 差動増幅回路

【図1】

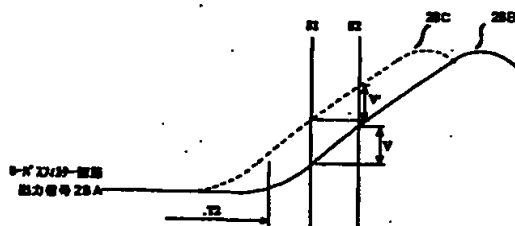




【図2】



【図3】



【図4】

